

特開平11-303660

(43) 公開日 平成11年(1999)11月2日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I		
F02D 41/04	305	F02D 41/04	305	Z
	ZAB		ZAB	
F01N 3/08		F01N 3/08		A
3/20	ZAB	3/20	ZAB	B
3/24		3/24		R
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全10頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平10-115764

(22) 出願日 平成10年(1998)4月24日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 田原 淳

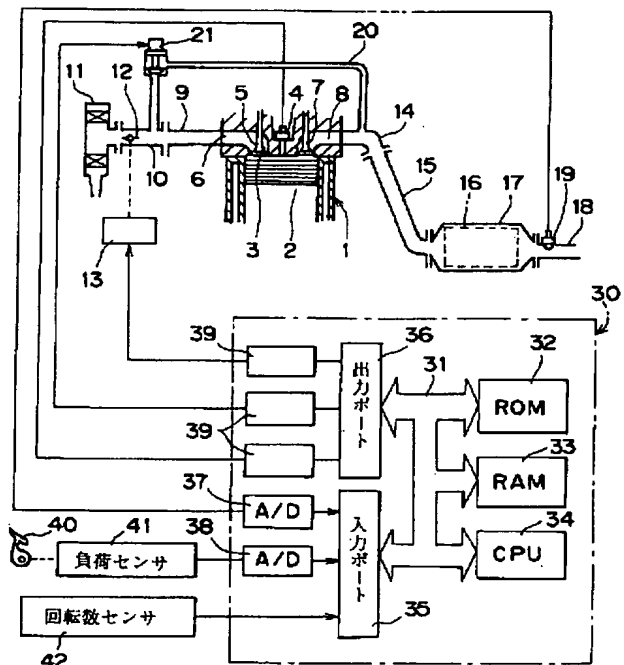
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける運転状態から再生操作開始後の未浄化のNO_x放出を防止する。

【解決手段】 NO_x吸収剤16を内燃機関の排気通路に配置するとともに、機関1の燃料噴射量を制御する制御ユニット30を備える。制御ユニット30は、NO_x放出還元を行う再生操作を繰り返す第1の運転状態と、リーン状態を維持し続ける第2の運転状態を備え、第2の運転状態から第1の運転状態へ切り換った時には第1の運転状態中の空燃比をリッチとする頻度、空燃比のリッチ時間、空燃比のリッチ度合いのパラメータの少なくとも1つを増大側に補正する。その結果、HC、CO成分等を増加させ、この増加分がNO_x吸収剤に吸着している酸素と反応して酸化せしめられ、再生操作のタイミングを正確に算出すること及びNO_x吸収剤に吸収したNO_xを全て放出還元することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流入する排気の空燃比がリーン有的时候に排気中のNO_xを吸収しリッチ空燃比雰囲気下で吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を内燃機関の排気通路に配置し、空燃比がリーン状態時に排気中のNO_xをNO_x吸収剤に吸収し、吸収したNO_x量が許容値を超えたときとは吸収されたNO_xを放出還元するため空燃比をリッチとする第1の運転状態と、該NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける第2の運転状態を備えた内燃機関の排気浄化装置において、第2の運転状態から第1の運転状態へ切り換った時には第1の運転状態中の空燃比をリッチとする頻度、空燃比のリッチ時間、空燃比のリッチ度合いのパラメータの少なくとも1つを増大側に補正するリッチ補正手段を備えたことを特徴とする。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の排気浄化に関する。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関の排気通路に、流入排気空燃比がリーン有的时候に排気中のNO_x（窒素酸化物）を吸収し、流入排気中の酸素濃度が低下したときに吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を配置し、機関をリーン空燃比で運転中に上記NO_x吸収剤に排気中のNO_xを吸収させる内燃機関の排気浄化装置が本願出願人により既に提案されている（国際公開公報第WO93-25806号参照）。同公報の排気浄化装置はNO_x吸収剤に吸収されたNO_x量を推定する推定手段を備えており、NO_x吸収剤のNO_x吸収量を運転中常時監視している。そして、この吸収NO_x量が予め定められた量に到達したときにNO_x吸収剤に流入する排気の酸素濃度を低下させてNO_x吸収剤から吸収したNO_xを放出させるとともに、放出されたNO_xを排気中の未燃HC、CO等の還元成分により還元浄化している（なお、本明細書では上記NO_x吸収剤からの吸収したNO_xの放出と還元浄化とを行うための操作を「NO_x吸収剤の再生操作」と呼ぶ）。上記公報の排気浄化装置では、NO_x吸収剤のNO_x吸収量が所定値に到達する毎に再生操作を行うことにより、NO_x吸収剤のNO_x量が過度に増大してNO_x吸収剤が吸収したNO_xにより飽和してしまうことが防止される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のようにNO_x吸収剤のNO_x吸収量を推定し、機関運転中に推定したNO_x吸収量が所定値に到達する毎にNO_x吸収剤の再生操作を行う場合には、NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける運転状態から空燃比がリーン状態時に排気中のNO_xをNO_x吸収剤に吸収し、吸収したNO_x量が許容値を超

えたときとは吸収されたNO_xを放出還元するため空燃比をリッチとする再生操作を備えた運転状態へ変化した時にはNO_x吸収剤から未浄化のNO_xが放出されたり、再生操作を行ってもNO_x吸収剤に吸収されたNO_xをほぼ全量放出されない可能性が生じる。

【0004】 通常、NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続けるとNO_x吸収剤に付着する酸素量は徐々に増加する。そのため、空燃比がリーン状態を維持し続ける運転状態が所定以上続くと、NO_x吸収剤に多量の酸素が吸着している状態となる。この状態から通常の上記再生操作を行うと、空燃比がリッチの排気ガス中に含まれるHC、CO成分等が吸着している酸素と反応することで費やされるため、NO_x吸収剤から一挙に放出されたNO_xを還元するために必要なHC、CO成分等が不足することになり、NO_xが浄化されないまま大気に放出される場合がある。また、NO_x吸収剤から一挙に放出されずにNO_x吸収剤に吸着し続けたとしても吸収している実際のNO_x吸収量と推定値との間に差異が生じ、再生操作のタイミングが不正確になり、排気性状が悪化する場合が生じる。

【0005】 本発明は、上記問題に鑑み、NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける運転状態から再生操作を行うときには、空燃比のリッチ度合いを増やすことで未浄化のNO_xの放出や再生操作のタイミングのずれが生じることを防止する内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1によれば、流入する排気空燃比がリーン有的时候に排気中のNO_xを吸収しリッチ空燃比雰囲気下で吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を内燃機関の排気通路に配置し、空燃比がリーン状態時に排気中のNO_xをNO_x吸収剤に吸収し、吸収したNO_x量が許容値を超えたときとは吸収されたNO_xを放出還元するため空燃比をリッチとする第1の運転状態と、該NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける第2の運転状態を備えた内燃機関の排気浄化装置において、第2の運転状態から第1の運転状態へ切り換った時には第1の運転状態中の空燃比をリッチとする頻度、空燃比のリッチ時間、空燃比のリッチ度合いのパラメータの少なくとも1つを増大側に補正するリッチ補正手段を備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0007】 すなわち、請求項1の発明では、NO_x吸収剤に流入する排気ガス中の空燃比がリーン状態を維持し続ける第2の運転状態ではNO_x吸収剤に酸素が多量に吸着されている。即ち、硝酸イオンNO₃⁻の形でNO_x吸収剤内に存在する以外にも多量の酸素がNO_x吸収剤表面に吸着されている。そのため、この第2の運転状態から空燃比がリーン状態時に排気中のNO_xをNO_x

吸収剤に吸収し、吸収した NO_x 量が許容値を超えたと判断したときには吸収された NO_x を放出還元するため空燃比をリッチとする第1の運転状態へ切り換わったときには、空燃比をリッチにする割合を増やす即ち空燃比をリッチとする頻度、空燃比のリッチ時間、空燃比のリッチ度合いを増やすことで、 HC 、 CO 成分等を増加させ、この増加分が NO_x 吸収剤に吸着している酸素と反応して酸化せしめられる。その結果、その後の再生操作を繰り返す運転中の NO_x 吸収剤の吸収 NO_x 量を正確に推定することが可能となり、再生操作のタイミングを正確に算出することが可能となる。また、再生操作を備えた運転状態へ変化した時には NO_x 吸収剤から未浄化の NO_x が放出されたりすることがなく、 NO_x 吸収剤に吸収した NO_x を全て放出還元することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は本発明の排気浄化装置を自動車用内燃機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。ここで、内燃機関とは、排出される排気ガスが酸素過剰となるガソリンエンジンであってもよいが、ここではディーゼルエンジンにおける実施形態を説明することにする。図1を参照すると、1はディーゼル機関本体、2はピストン、3は燃焼室、4は燃料噴射弁、5は吸気弁、6は吸気ポート、7は排気弁、8は排気ポートを夫々示す。吸気ポート6は対応する吸気マニホルド9および吸気ダクト10を介してエアクリーナ11に連結され、吸気ダクト10内には吸気制御弁12が配置される。この吸気制御弁12は例えばステップモータのようなアクチュエータ13により開閉制御される。一方、排気ポート8は排気マニホルド14および排気管15を介して NO_x 吸収剤16を内蔵したケーシング17に連結され、ケーシング17の出口側に接続された排気管18内には排気ガス温を検出するための温度センサ19が配置される。

【0009】排気マニホルド14からは再循環排気ガス（以下EGRガスと称す）導管20が分岐され、このEGRガス導管20は吸気制御弁12下流の吸気ダクト10内に連結される。EGRガス導管20内には例えばステップモータにより駆動されるEGR制御弁21が配置される。EGR制御弁21が開弁すると排気マニホルド14内の排気ガスがEGRガス導管20を介して吸気ダクト10内に供給され、吸気ダクト10内に供給された排気ガス、即ちEGRガスは吸気マニホルド9を介して各気筒に分配される。

【0010】電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって相互に接続されたROM（リードオンリメモリ）B2、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35および出力ポート36を具備する。温度センサ19は NO_x 吸収剤16を通過した排気ガスに比例した出力電圧を発生し、この出力電圧は

AD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、アクセルペダル40の足踏み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が設けられ、この負荷センサ41の出力電圧がAD変換器38を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35には機関回転数を表わす出力パルスを発生する回転数センサ42が接続される。一方、出力ポート36は夫々対応する駆動回路39を介して燃料噴射弁4、アクチュエータ13およびEGR制御弁21に接続される。

【0011】燃料噴射弁4からの燃料噴射量 Q は図2に示されるようにアクセルペダル40の踏み込み量 L および機関回転数 N に基いて制御される。なお、図2において各実線 Q_1 、 Q_2 、 $Q_8 \dots (Q, < Q_2 < Q_3)$ は等噴射量を表わしており、従って図2からわかるように燃料噴射量 Q はアクセルペダル40の踏み込み量 L が大きくなるほど増大し、機関回転数 N が高くなるほど減少する。図2に示される燃料噴射量 Q とアクセルペダル40の踏み込み量 L 、機関回転数 N との関係は予めROM32内に記憶されている。

【0012】一方、吸気制御弁12は通常全開状態に保持されており、従って通常吸気ダクト10内はほぼ大気圧となっている。一方、排気マニホルド14内の平均圧力は大气圧よりも高くなっており、従ってEGR制御弁21が開弁すると排気マニホルド14内の圧力と吸気ダクト10内の圧力との圧力差によりEGRガスが吸気ダクト10内に供給される。図3に示されるようにEGR制御弁21の開度 S はアクセルペダル40の踏み込み量 L と機関回転数 N に基いて制御され、図3に示されるようにこのEGR制御弁21は機関低速低負荷運転時には全開せしめられ、機関高負荷運転時又は機関高速運転時には全開せしめられる。また、これらEGR制御弁21の全開領域と全閉領域との間ではEGR制御弁21の開度 S_1 、 S_2 、 S_3 は全開領域から全閉領域に向けて徐々に小さくなる（ $S_1 > S_2 > S_3$ ）。

【0013】ディーゼル機関において NO_x の発生を抑制するためには燃焼室3内に再循環せしめられるEGRガス量をできるだけ増大させることが好ましい。しかしながらEGRガス量を増大しすぎると空気過剰率が小さくなりすぎて燃焼が悪化する。従ってEGRガス量は通常燃焼が悪化しない範囲でできるだけ増大せしめられる。ところで機関低速低負荷運転時には空気過剰率が大きく、従ってこのときには多量のEGRガスを再循環しうる。一方、機関低速低負荷運転時には排気マニホルド14内の平均圧力は低く、従ってこのときできるだけ多くのEGRガスを再循環すべく図3に示されるようにEGR制御弁21は全開せしめられる。

【0014】一方、機関高負荷運転時には空気過剰率が小さいためにこのときEGRガスを再循環すると燃焼が悪化する。従って図3に示されるように機関高負荷運転時にはEGR制御弁21は全閉せしめられる。また、機

関高速運転時には排気マニホールド14内の平均圧力が高くなり、従ってこのときEGR制御弁21を開弁するとEGRガスの再循環量が過剰になってしまう。従って機関高速運転時には図3に示されるようにEGR制御弁21が全閉せしめられる。なお、図3からわかるように機関中負荷運転時或いは機関中速運転時には機関負荷が高くなるほど、或いは機関回転数が高くなるほどEGR制御弁21の開度Sが減少せしめられる。このようにEGR制御弁21の開度Sはアクセルペダル40の踏み込み量L、即ち機関負荷と機関回転数Nとに応じて制御されるが空気過剰率は機関負荷および機関回転数にかかわらずに1.0以上となっている。即ち、燃焼室3内における平均空燃比は機関負荷および機関回転数にかかわらずにリーンとなっている。

【0015】再び図1に戻るとケーシング17内に収容されているNO_x吸収剤16は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少くとも一つ、白金Ptのような貴金属とが担持されている。機関吸気通路およびNO_x吸収剤16上流の排気通路内に供給された空気および燃料（炭化水素）の比をNO_x吸収剤16への流入排気ガスの空燃比と称するとこのNO_x吸収剤16は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO_xを吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNO_xを放出するNO_xの吸放出作用を行う。なお、NO_x吸収剤16上流の排気通路内に燃料（炭化水素）或いは空気が供給されない場合には流入排気ガスの空燃比は燃焼室3内における平均空燃比に一致し、従ってこの場合にはNO_x吸収剤16は燃焼室3内における平均空燃比がリーンのときにはNO_xを吸収し、燃焼室3内の酸素濃度が低下すると吸収したNO_xを放出することになる。図1に示すようなディーゼル機関では通常あらゆる運転状態において空気過剰率が1.0以上、即ち燃焼室3内における平均空燃比がリーンの状態で燃焼せしめられる。従ってこのとき排出されるNO_xはNO_x吸収剤16に吸収されることになる。

【0016】上述のNO_x吸収剤16を機関排気通路内に配置すればこのNO_x吸収剤16は実際にNO_xの吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかなでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図4に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0017】即ち、ディーゼル機関では排気ガス中に多量の酸素が存在し、これら酸素O₂は図4（A）に示さ

れるようにO₂の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO₂と反応し、NO₂となる（2NO+O₂→2NO₂）。次いで生成されたNO₂の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図4（A）に示されるように硝酸イオンNO₃⁻の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO_xがNO_x吸収剤16内に吸収される。

【0018】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO₂が生成され、吸収剤のNO_x吸収能力が飽和しない限りNO₂が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO₃⁻が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下してNO₂の生成量が低下すると反応が逆方向（NO₃⁻→NO₂）に進み、斯くして吸収剤内の硝酸イオンNO₃⁻がNO₂の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下するとNO_x吸収剤16からNO_xが放出されることになる。この場合、燃焼室3内における平均空燃比のリーンの度合が低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従って燃焼室3内における平均空燃比のリーンの度合を低くすればたとえ燃焼室3内における平均空燃比がリーンであってもNO_x吸収剤16からNO_xが放出されることになる。

【0019】一方、このとき燃焼室3内における平均空燃比をリッチにすると機関からは多量の未燃HC、COが排出され、これら未燃HC、COは白金Pt上の酸素O₂と反応して酸化せしめられる。また、燃焼室3内における平均空燃比がリッチになると排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するために吸収剤からNO₂が放出され、このNO₂は図4（B）に示されるように未燃HC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO₂が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO₂が放出される。従って燃焼室3内における平均空燃比をリッチにすると短時間のうちにNO_x吸収剤16からNO_xが放出されることになる。

【0020】即ち、燃焼室3内における平均空燃比をリッチにするとまず始めに未燃HC、COが白金Pt上のO₂とただちに反応して酸化せしめられ、次いで白金Pt上のO₂が消費されてもまだ未燃HC、COが残っていればこの未燃HC、COによって吸収剤から放出されたNO_xおよび機関から排出されたNO_xが還元せしめられる。従って燃焼室3内における平均空燃比をリッチにすれば短時間のうちにNO_x吸収剤16に吸収されているNO_xが放出され、しかもこの放出されたNO_xが還元されるために大気中にNO_xが排出されるのを阻止することができることになる。また、NO_x吸収剤16は還元触媒の機能を有しているので燃焼室3内における平均空燃比を理論空燃比にしてもNO_x吸収剤16から放出されたNO_xが還元せしめられる。しかしながら燃焼室3内における平均空燃比を理論空燃比にした場合に

はNO_x吸収剤16からNO_xが徐々にしか放出されないためにNO_x吸収剤16に吸収されている全NO_xを放出させるには若干長い時間を要する。

【0021】上述したようにディーゼル機関では通常燃焼室3内における平均空燃比がリーンとなっているので機関が運転されるとNO_xがNO_x吸収剤16に吸収される。しかしながらNO_x吸収剤16のNO_x吸収能力には限度があり、NO_x吸収剤16のNO_x吸収能力が飽和すればNO_x吸収剤16はもはやNO_xを吸収しえなくなる。従ってNO_x吸収剤16のNO_x吸収能力が飽和する前にNO_x吸収剤16からNO_xを放出させる必要がある。そこで本発明による実施例ではNO_x吸収剤16に或る程度NO_xが吸収された時点で燃焼室3内における平均空燃比をリッチにし、それによってNO_x吸収剤16からNO_xを放出させるようにしている。そこで次にNO_x吸収剤16からNO_xを放出するために燃焼室3内における平均空燃比をリッチにする方法について説明する。

【0022】機関低速運転時にアクセルペダル40の踏み量Lを変化させた場合のEGR制御弁21の開度Sの変化が図5において破線で示されている。前述したようにEGR制御弁21は機関低負荷運転時(図5の領域I)には全開せしめられ、機関高負荷運転時(図5の領域III)には全開せしめられ、機関中負荷運転時(図5の領域II)には機関負荷が増大するほど開度Sが減少せしめられることがわかる。一方、吸気制御弁12は図5において破線で示されるように機関の運転状態にかかわらず全開状態に保持されている。

【0023】一方、図5において実線はNO_x吸収剤16からNO_xを放出すべく燃焼室3内における平均空燃比をリッチにする場合を示している。図5からわかるように燃焼室3内における平均空燃比をリッチにする場合には吸気制御弁12が $\Delta\theta$ だけ閉弁せしめられると共にEGR制御弁21が開度Sが ΔS だけ増大せしめられ、図5に示してはいないが同時に燃料噴射量Qが ΔQ だけ増大せしめられる。即ち、吸気制御弁12を閉弁すれば燃焼室3内に供給される吸入空気量が減少するために燃焼室3内における平均空燃比は小さくなり、EGR制御弁21の開度Sを大きくすればEGRガス量が増大して吸入空気量が減少するために燃焼室3内における平均空燃比は小さくなり、また燃料噴射量Qが増大せしめられれば当然のことながら燃焼室3内の平均空燃比が小さくなる。従って本発明では吸気制御弁12、EGR制御弁21および燃料噴射量Qの三者を制御することにより燃焼室3内における平均空燃比をリッチにするようにしている。

【0024】ところでディーゼル機関では吸入空気量を減少させることによって燃焼室3内における平均空燃比をリッチにすると燃焼が悪化するために機関の出力トルクが低下する。従って吸入空気量を減少させることによ

り燃焼室3内における平均空燃比をリーンからリッチに切換えるとショックが発生することになる。そこで本発明による実施例では吸入空気量を減少させることにより燃焼室3内における平均空燃比をリーンからリッチに切換えるときには吸入空気量の減少による機関出力トルクの低下分だけ機関出力トルクを増大させるのに必要な追加燃料量 ΔQ を算出し、この追加燃料量 ΔQ だけ噴射燃料量を増量させるようにしている。このようにすると燃焼室3内における平均空燃比がリーンからリッチに切換えられても機関の出力トルクは変化せず、斯くしてショックが発生するのを阻止することができることになる。

【0025】次に図5を参照しつつ平均空燃比のリッチ制御についてももう少し詳しく説明する。図5に示されるように機関低負荷運転時IにはEGR制御弁21は全開せしめられており、従ってこのときにはEGR制御弁21を制御することによって燃焼室3内における平均空燃比を小さくすることはできない。従ってこのときには吸気制御弁12の開度 θ を全開状態から $\Delta\theta$ だけ減少せしめ、同時に燃料噴射量Qを ΔQ だけ増大せしめることによって燃焼室3内における平均空燃比がリーンからリッチに切換えられる。この燃料噴射量Qの増量分 ΔQ は吸気制御弁12の開弁作用による機関出力トルクの低下分だけ機関出力トルクを増大させるのに必要な量であり、従って上述したように燃焼室3内における平均空燃比がリーンからリッチに切換えられてもショックが発生しないことになる。

【0026】一方、機関高負荷運転時IIIには空気過剰率は小さく、従ってこのときにはEGRガス量のみを制御することによって燃焼室3内における平均空燃比をリーンからリッチに切換えることができる。従ってこのときには吸気制御弁12を全開状態に保持した状態でEGR制御弁21を開弁させると共に燃料噴射量Qを ΔQ だけ増加することによって燃焼室3内における平均空燃比をリーンからリッチに切換えるようにしている。なお、このときの燃料噴射量Qの増量分 ΔQ はEGR制御弁21の開弁作用による機関出力トルクの低下分だけ機関出力トルクを増大させるのに必要な量である。

【0027】一方、機関中負荷運転時IIには吸気制御弁12が $\Delta\theta$ だけ閉弁せしめられ、EGR制御弁21の開度Sが ΔS だけ増大せしめられ、燃料噴射量Qが ΔQ だけ増大せしめられる。このときの燃料噴射量Qの増量分 ΔQ は吸気制御弁12の開弁作用およびEGR制御弁21の開弁作用による機関出力トルクの低下分だけ機関出力トルクを増大させるのに必要な量である。

【0028】NO_x吸収剤16からNO_xを放出すべきときのEGR制御弁21の開弁量 ΔS 、吸気制御弁12の開弁量 $\Delta\theta$ および燃料噴射量Qの増量分 ΔQ は予め実験により求められ、夫々アクセルペダル40の路込み量Lおよび機関回転数Nの関数として図6(A),

(B), (C)に示すマップの形で予めROM32内に

記憶されている。

【0029】ところで前述したようにNO_x吸収剤16からはNO_x吸収能力が飽和する前にNO_xを放出させる必要がある。そのためにはNO_x吸収剤16にどの程度のNO_xが吸収されているかを推定する必要があり、次にこのNO_x吸収量の推定方法について説明する。燃焼室3内における平均空燃比がリーンであるときには機関負荷が高くなるほど単位時間当り機関から排出されるNO_x量が増大するために単位時間当りNO_x吸収剤16に吸収されるNO_x量が増大し、また機関回転数が高くなるほど単位時間当り機関から排出されるNO_x量が増大するために単位時間当りNO_x吸収剤16に吸収されるNO_xが増大する。従って単位時間当りNO_x吸収剤16に吸収されるNO_x量は機関負荷と機関回転数の関数となる。この場合、機関負荷はアクセルペダル40の踏み込み量Lでもって代表することができるので単位時間当りNO_x吸収剤16に吸収されるNO_x量はアクセルペダル40の踏み込み量Lと機関回転数Nの関数となる。従って本発明による実施例では単位時間当りNO_x吸収剤16に吸収されるNO_x量NOXAをアクセルペダル40の踏み込み量Lおよび機関回転数Nの関数として予め実験により求め、このNO_x量NOXAがLおよびNの関数として図7に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。なお、上述したように燃焼室3内における平均空燃比がリーンのときには単位時間当りのNO_x吸収量がNOXAで表わされるのでNO_x吸収剤16に吸収されていると推定されるNO_x量ΣNOXは次式を用いて算出できることになる。

$$\text{【0030】 } \Sigma \text{NOX} = \Sigma \text{NOX} + \text{NOXA}$$

図8は機関中速中負荷運転が継続して行われている場合を示している。図8に示されるように機関の運転が行われている間、NO_x吸収剤16に吸収されていると推定されるNO_x量ΣNOXは徐々に増大する。本発明による実施例ではNO_x量ΣNOXが予め定められた許容値MAXを越えると燃焼室3内における平均空燃比が一時的にリーンからリッチに切換えられ、この間にNO_x吸収剤16に吸収されている全NO_xがNO_x吸収剤16から放出される。なお、機関中速中負荷運転時に燃焼室3内における平均空燃比をリーンからリッチに切換える場合には前述したように図8に示される如くEGR制御弁21の開度SがΔSだけ増大せしめられ、吸気制御弁12がΔθだけ開弁せしめられ、燃料噴射量QがΔQだけ増大せしめられる。

【0031】図9および図10は燃料噴射の制御ルーチンを示しており、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。図9および図10を参照すると、まず初めにステップ90において温度センサ19により検出された排気ガス又はNO_x吸収剤16の温度が予め定められた温度T₀とT₁の間であるか否かが判別される。T<T₀のときにはNO_x吸収剤16の温度が低い

と考えられ、このときにはNO_x吸収剤16が活性温度以下で、NO_x吸収剤16にNO_xが吸収されなかったり、流入する排気ガスの空燃比をリッチにしてもNO_x吸収剤16からNO_xが良好にNO_xが放出還元されない。また、T>T₁のときにはNO_x吸収剤16の温度が高くなりすぎてNO_x吸収剤16にNO_xが吸収されない。このような運転状態の時にはステップ91に進んで通常のリーン運転し続ける第2の運転状態が実行される。具体的には、ステップ91に進んで図2に示す関係から燃料噴射量Qが算出される。次いでステップ92では図3に示す関係からEGR制御弁21の開度Sが算出され、次いでステップ93では吸気制御弁12が全開せしめられる。次いでステップ94ではカウント値Bが1だけインクリメントされ、次いでステップ95ではカウント値Bが予め定められた期間B₀よりも大きくなったか否かが判別される。即ち、NO_x吸収剤16に流入する排気ガスの空燃比がリーン状態を維持し続ける第2の運転状態であるか否かを判別している。従って、B>B₀。即ち第2の運転状態が続いたと判断してステップ97に進むと許容値MAXは予め定められた通常値MAX₀よりもΔMAX分差し引くことでNO_x放出フラグのセットを早めている。一方、B<B₀の時には第2の運転状態が続いていないと判断してステップ96に進んで許容値MAXは予め定められた通常値MAX₀のままとなっている。

【0032】ステップ90においてT₁>T>T₀であるときには、空燃比がリーン状態時に排気中のNO_xをNO_x吸収剤に吸収し、吸収したNO_x量が許容値を超えたか判断したときには吸収されたNO_xを放出還元するため空燃比をリッチとする再生操作を繰り返す第1の運転状態を実行するため、ステップ100へ進む。このステップ100ではNO_x放出フラグがセットされているか否かが判別される。通常NO_x放出フラグはリセットされているのでステップ101に進み、NO_x量ΣNOXが許容値MAXを越えたか否かが判別される。ΣNOX≤MAXのときにはステップ102に進んで図2に示す関係から燃料噴射量Qが算出される。次いでステップ103では図3に示す関係からEGR制御弁21の開度Sが算出され、次いでステップ104では吸気制御弁12が全開せしめられる。次いでステップ105では図7に示す関係からNO_x吸収量NOXAが算出され、次いでステップ106ではNO_x量ΣNOX(=ΣNOX+NOXA)が算出される。従ってこのときには、即ち通常運転時には図2に示す量Qの燃料が噴射され、EGR制御弁21は図3に示す開度Sとされ、吸気制御弁12は全開状態に保持される。

【0033】一方、ステップ101においてΣNOX>MAXになったと判別されたときにはステップ109でNO_x量ΣNOXに定数Kを乗算することによって燃焼室3内における平均空燃比をリッチに維持すべき期間C

。 ($=K \cdot \Sigma NOx$) が算出される。次いでステップ 110 に進む。なお、 NOx 放出フラグがセットされると次の処理サイクル以後はステップ 100 からステップ 110 にジャンプする。

【0034】ステップ 110 では図 2 に示す関係から燃料噴射量 Q が算出され、図 6 (C) に示す関係から増量分 ΔQ が算出される。次いでステップ 111 では Q に ΔQ を加算することによって最終的な燃料噴射量 $Q (=Q + \Delta Q)$ が算出される。なお、最終的な燃料噴射量 $Q (=Q + \Delta Q)$ で噴射することで、排気ガスの空燃比をリッチにしている。次いでステップ 112 では図 3 に示す関係から EGR 制御弁 21 の開度 S が算出され、図 6 (A) に示す関係から開弁量 ΔS が算出される。次いでステップ 113 では S に ΔS を加算することによって最終的な EGR 制御弁 21 の開度 $S (=S + \Delta S)$ が算出される。次いでステップ 114 では図 6 (B) に示す関係から吸気制御弁 12 の開弁量 $\Delta \theta$ が算出される。従ってこのとき燃料噴射量 Q は ΔQ だけ増大せしめられ、EGR 制御弁 21 の開度 S は ΔS だけ開弁せしめられ、吸気制御弁 12 は $\Delta \theta$ だけ開弁せしめられる。

【0035】次いでステップ 115 ではカウント値 C が 1 だけインクリメントされ、次いでステップ 116 ではカウント値 C がステップ 109 で算出された期間 C_0 よりも大きくなったか否かが判別される。 $C > C_0$ になるとステップ 117 に進んで NOx 放出フラグがリセットされ、ステップ 118 に進んで ΣNOx が零とされる。次いでステップ 119 においてカウント値 C が零とされる。さらに、ステップ 120 において MAX が MAX_0 であるか否かが判別される。 MAX が MAX_0 より小さいと判別したときにはステップ 121 に進んで MAX をインクリメントするとともにステップ 122 においてカウンタ値 B を零にリセットする。次いで通常の運転状態に戻る。なお、燃料噴射の制御ルーチンを示した図 9 および図 10 のタイムチャートを図 11 に示す。横軸は時間、縦軸は空燃比及び NOx 吸収剤出口側 NOx 濃度となっている。

【0036】図 9 および図 10 の燃料噴射の制御ルーチンでは許容値 MAX を低くすることで空燃比をリッチにする頻度を多くしているが、それに限定されるものではなくステップ 97 の ($MAX = MAX_0 - \Delta MAX$) を ($C_0 = C_1 + \Delta C$) に、ステップ 96 の ($MAX = MAX_0$) を ($C_0 = C_1$) に、ステップ 120 の ($MAX = MAX_0$) を ($C_0 = C_1$) に、ステップ 121 の ($MAX = MAX_0 + 1$) を ($C_0 = C_1 - 1$) に変更することによって空燃比をリッチにする時間を長くすることも考えられる。また、ステップ 97 の ($MAX = MAX_0 - \Delta MAX$) を ($\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2$) に、ステップ 96 の ($MAX = MAX_0$) を ($\Delta Q = \Delta Q_1$) に、ステップ 120 の ($MAX = MAX_0$) を ($\Delta Q = \Delta Q_1$) に、ス

テップ 121 の ($MAX = MAX_0 + 1$) を ($\Delta Q = \Delta Q_1 - 1$) に変更することによって空燃比をリッチにするリッチ度合いを大きくすることも考えられる。さらには、排気ガスの平均空燃比をリッチにする装置、手段としては上記実施形態に限られるものではなく、 NOx 吸収剤 16 の上流側排気管に還元剤を添加する添加装置を設け、この添加装置から還元剤を添加することによって排気ガスの平均空燃比をリッチにすることができる。また、本発明はディーゼルエンジンに限定されるものではなく、排出される排気ガスが酸素過剰となるガソリンエンジンであってもよく、その場合第 2 の運転状態としては減速時燃料カットが継続して行われた場合となる。

【0037】

【発明の効果】本発明では、 NOx 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーン状態を維持し続ける第 2 の運転状態から空燃比がリーン状態時に排気中の NOx を NOx 吸収剤に吸収し、吸収した NOx 量が許容値を超えたと判断したときには吸収された NOx を放出還元するため空燃比をリッチとする第 1 の運転状態へ切り換わった後でも、 NOx 吸収剤に吸収した NOx を全て放出還元することができる。また、切換え時吸収している NOx をほぼ全量放出し、還元浄化することが可能となるため、切換え後の未浄化の NOx の放出や再生操作のタイミングのずれにより排気性状が悪化することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ディーゼル機関の全体図である。

【図 2】燃料噴射量 Q を示す図である。

【図 3】EGR 制御弁の開度 S を示す図である。

【図 4】 NOx の吸放出作用を説明するための図である。

【図 5】EGR 制御弁の開度 S 及び吸気制御弁の開度 θ を示す図である。

【図 6】開度 ΔS 、 $\Delta \theta$ 及び増量分 ΔQ のマップを示す図である。

【図 7】 NOx 吸収量 $NOXA$ のマップを示す図である。

【図 8】 NOx 放出制御のタイムチャートである。

【図 9】燃料噴射を制御するためのフローチャートである。

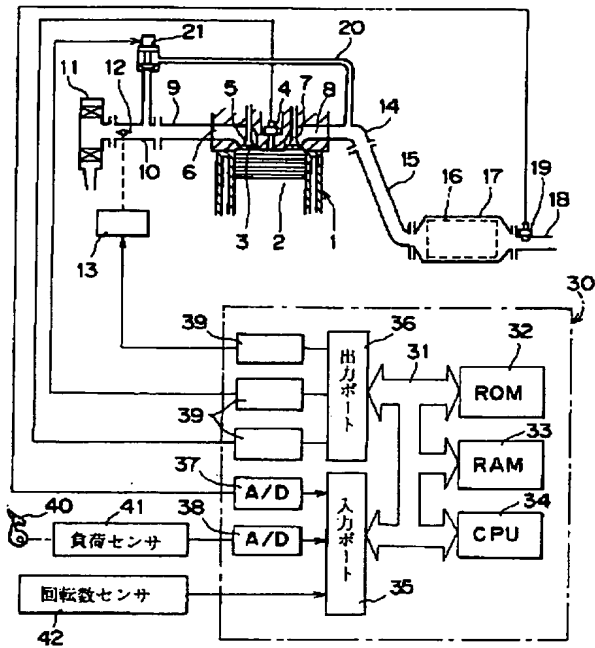
【図 10】燃料噴射を制御するためのフローチャートである。

【図 11】本発明の NOx 放出タイミングを示すタイムチャートである。

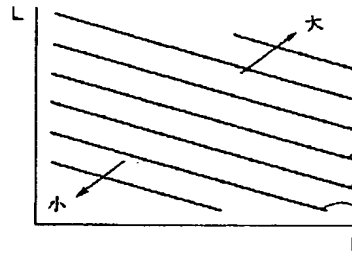
【符号の説明】

- 4…燃料噴射弁
- 12…吸気制御弁
- 16… NOx 吸収剤
- 21…EGR 制御弁

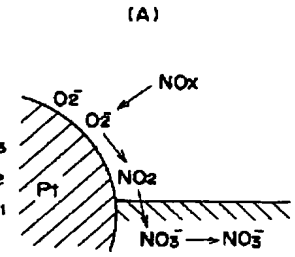
【図1】



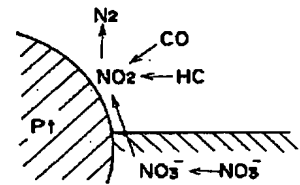
【図2】



【図4】



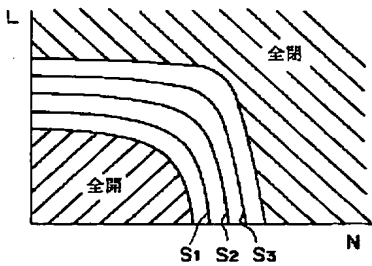
(B)



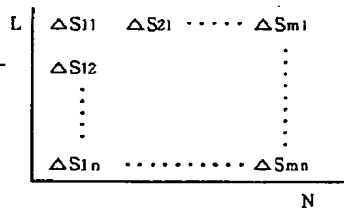
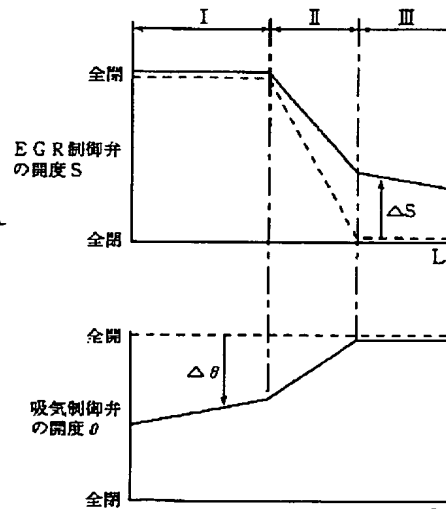
【図6】

(A)

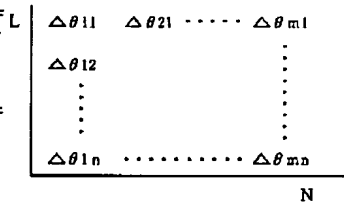
【図3】



【図5】

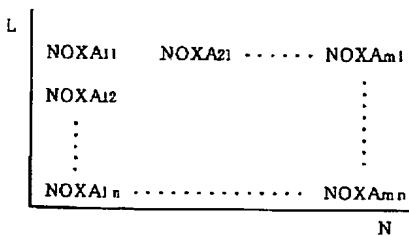


(B)

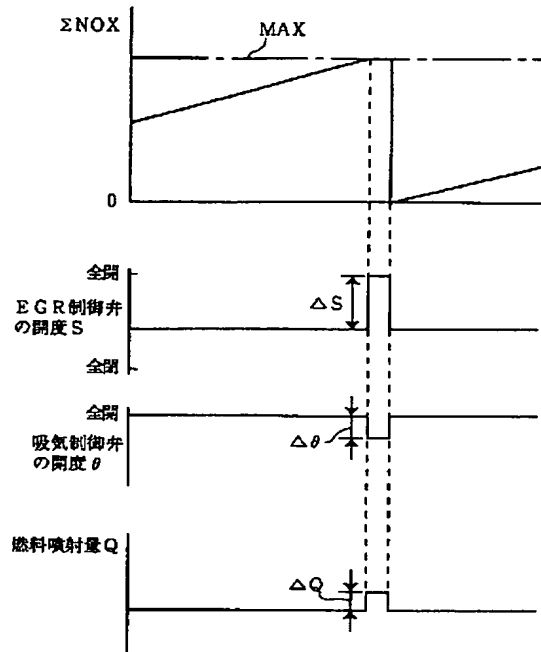


(C)

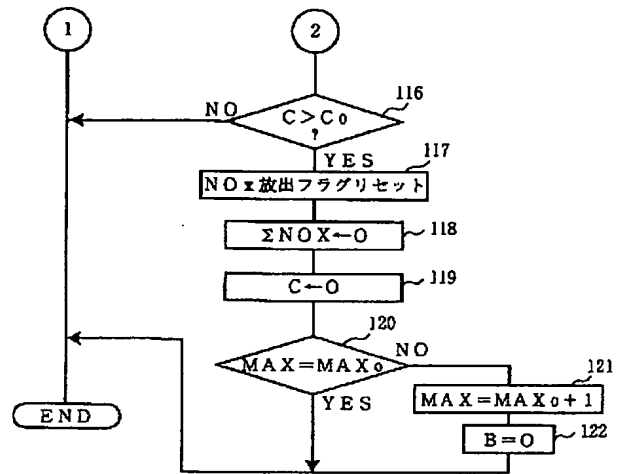
【図7】



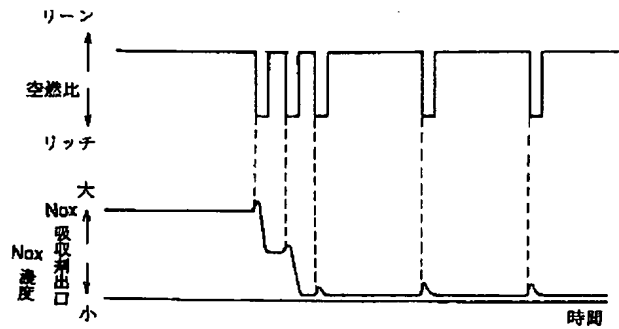
【図8】



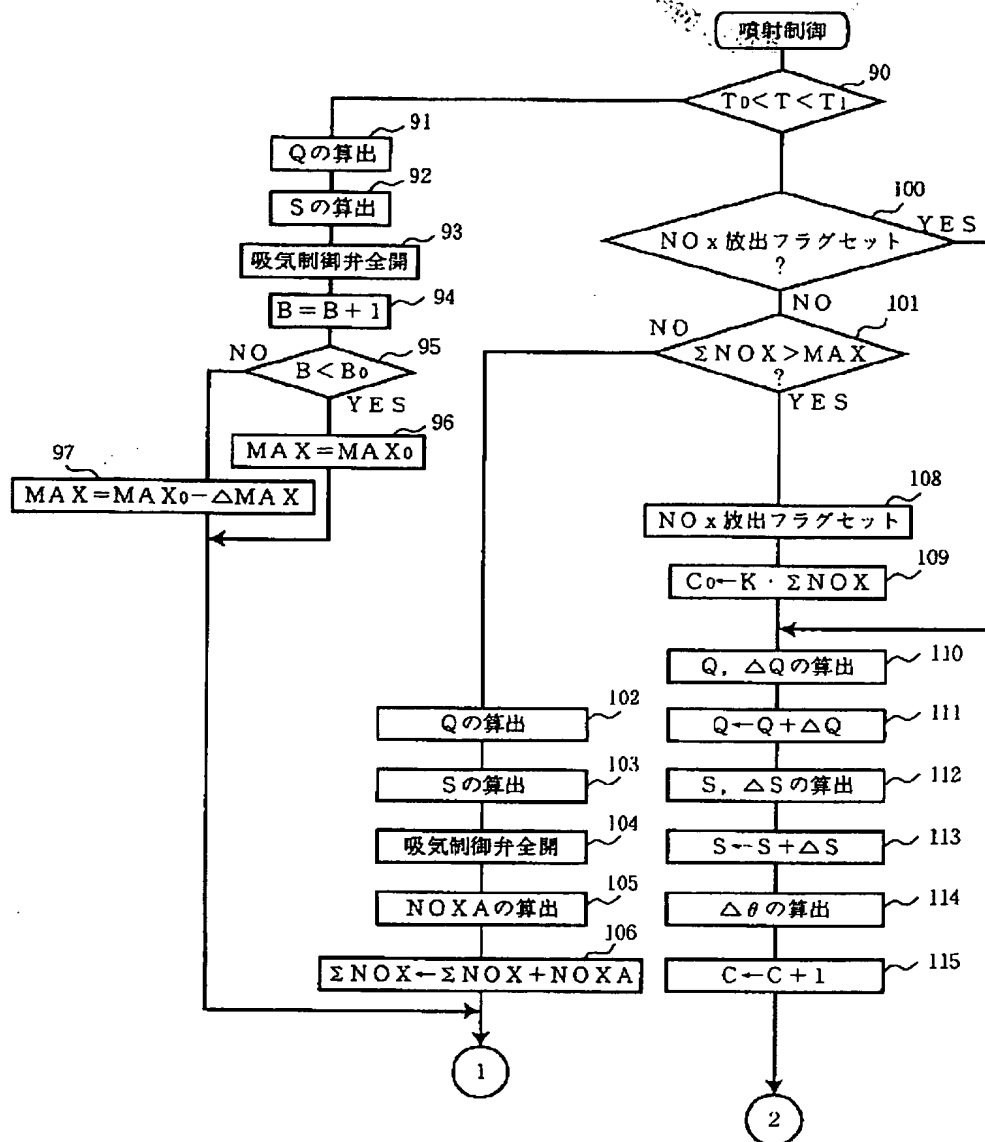
【図10】



【図11】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

3/28
F02D 41/02

識別記号

301
ZAB
305

F I

3/28
F02D 41/02

301 C
ZAB
305